

GB 2301999 or US 5978428 (1)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-172428

(43) 公開日 平成9年(1997)6月30日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 J 13/00			H 0 4 J 13/00	A
H 0 4 B 7/26			H 0 4 L 7/00	Z
H 0 4 L 7/00			27/18	A
27/18			H 0 4 B 7/26	C

審査請求 未請求 請求項の数 7 OL (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平8-221102
(22) 出願日 平成8年(1996)8月22日
(31) 優先権主張番号 特願平7-214518
(32) 優先日 平7(1995)8月23日
(33) 優先権主張国 日本 (J P)
(31) 優先権主張番号 特願平7-271095
(32) 優先日 平7(1995)10月19日
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

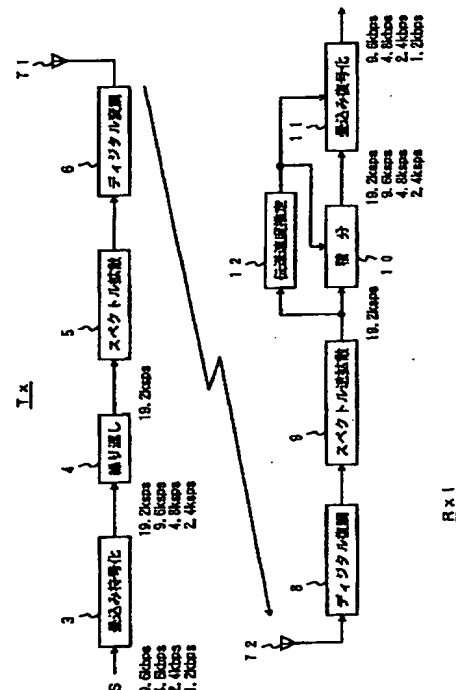
(71) 出願人 000000295
沖電気工業株式会社
東京都港区虎ノ門1丁目7番12号
(72) 発明者 林 宏
東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気
工業株式会社内
(74) 代理人 弁理士 大西 健治

(54) 【発明の名称】 伝送速度推定装置、また、これを用いた伝送速度可変通信システム

(57) 【要約】

【課題】 CDMA通信システムにおいて、演算量の減少、処理速度の向上、また信頼性の向上を図る。

【解決手段】 送信機は、あらかじめ定められた複数の伝送速度の何れかでデジタルデータを送信する。受信機は、上記複数の伝送速度のいずれかを仮定して受信信号の複号化を行い、その結果得られた信号の品質を評価する。この評価のためには、たとえばSN比を測定することが考えられる。受信機は、複数の伝送速度のうち一を仮定するのではなく、まずはそのうちのいくつかを仮定し、次に最終的な伝送速度を仮定するようにしても良い。この評価結果に基づき、仮定した伝送速度が実際の伝送速度であったか否かが判断できる。このような伝送速度推定方法とすることにより、迅速な推定が可能となる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数設定された伝送速度のうちのいずれかで送信されてきた符号の伝送速度を推定する伝送速度推定装置において、
受信信号の帯域を制限した複数の帯域制限信号を作成する帯域制限手段と、
この帯域制限手段からの各帯域制限信号の平均電力を求める平均電力測定手段と、
この平均電力測定手段で求めた平均電力に基づき、受信信号に挿入されている符号の伝送速度を推定する伝送速度推定手段とから構成されたことを特徴とする伝送速度推定装置。

【請求項2】 請求項1に記載の伝送速度推定装置において、前記伝送速度推定手段が、
前記平均電力測定手段で求めた平均電力に基づき、雑音の電力密度を推定する雑音電力密度推定部と、
前記平均電力測定手段で求めた平均電力および雑音電力密度推定部で推定した雑音の電力密度に基づき伝送速度を推定する伝送速度推定部とから構成されたことを特徴とする伝送速度推定装置。

【請求項3】 送信すべき情報の一部が制御信号で置き換えられ、複数設定された伝送速度のうちのいずれかで送信された符号の伝送速度を推定する伝送速度推定装置において、
有効な信号を選択する信号選択手段と、
この信号選択手段で選択された有効な受信信号の帯域を制限した複数の帯域制限信号を作成する帯域制限手段と、
この帯域制限手段からの各帯域制限信号の平均電力を求める平均電力測定手段と、
この平均電力測定手段で求めた平均電力に基づき、受信信号に挿入されている符号の伝送速度を推定する伝送速度推定手段とから構成されたことを特徴とする伝送速度推定装置。

【請求項4】 複数設定されている伝送速度のいずれかで情報を送信する送信機と、この送信された情報を受信する受信機とから構成される伝送速度可変通信システムであって、
前記受信機は、受信した信号の信号品質を測定する品質測定手段と、
この品質測定手段が測定した信号品質に基づき、受信信号に挿入されている符号の伝送速度を推定する伝送速度推定手段とから構成されたことを特徴とする伝送速度可変通信システム。

【請求項5】 請求項4に記載の伝送速度可変通信システムであって、前記受信機は、
受信信号に基づき、前記複数設定された伝送速度の中から伝送速度の候補を選定する伝送速度予備推定手段を有することを特徴とする伝送速度可変通信システム。

【請求項6】 請求項5に記載の伝送速度可変通信シ

テムであって、

前記品質測定手段は、前記伝送速度予備推定手段によって選定された伝送速度に関して受信信号の品質を測定し、
前記伝送速度推定手段は、前記伝送速度予備推定手段の推定結果と、前記品質測定手段の測定結果とに基づいて伝送速度を推定することを特徴とする、伝送速度可変通信システム。

【請求項7】 複数設定されている伝送速度のいずれかで情報を送信する送信機と、この送信された情報を受信する受信機とから構成される伝送速度可変通信システムであって、
受信信号の信号対雑音比を推定する信号対雑音比推定手段と、
復号品質を判定する復号品質判定手段と、
前記信号対雑音比推定手段が推定したと信号対雑音比と、前記復号品質判定手段が判定した復号品質とに基づいて、受信信号に挿入されている符号の伝送速度を推定する伝送速度推定手段とから構成されたことを特徴とする伝送速度可変通信システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、デジタル通信システムにおいて、送信された符号の伝送速度を推定する装置に関する。また、そのような伝送速度推定装置を用いた通信システムに関する。

【0002】

【従来の技術】携帯電話サービスの加入者が増加するにつれて、周波数のより有効な利用が課題となってきた。この有効利用のための技術の一つに、CDMA (Code Division Multiple Access) がある。CDMAセルラ電話システムについては、たとえば北米の通信規格であるTIA/EIA/IS-95に規定されている。

【0003】CDMA通信方式では、情報ビットを送信する伝送速度として4種類の速度が利用され得る。すなわち、8.6kbps、4.0kbps、2.0kbps、および0.8kbpsの4種類の伝送速度が用いられる。実際には、これら4の伝送速度のうち特定の1つで情報ビットが伝送される。伝送されるべき情報ビットは、20msec毎に1フレームに区切られる。そしてこのフレーム毎に伝送される。したがって、上記4種類の伝送速度では、それぞれ172bit、80bit、40bit、そして16bitが1フレームに含まれる。

【0004】上記4種類の伝送速度のうち、8.6kbpsと4.0kbpsの情報ビットのフレームに対しては、それぞれ12bit、8bitのCRCビットが付加される。2.0kbpsおよび0.9kbpsの情報ビットのフレームにはCRCビットは付加されない。そして、各伝送速度のフレームに、それぞれ8ビットのテールビットが付加される。この時点で、伝送速度はそれぞれ9.6kbps、4.8kbps、2.4kbps、そして1.2kbpsとなる。次いで、レート1/2の畳み込

み符号化が行われる。その後、伝送速度が4.8kbpsの情報ビットの場合は2回、伝送速度が2.4kbpsの情報ビットの場合は4回、伝送速度が1.2kbpsの情報ビットの場合は8回、同一のシンボルを繰り返すことで、各情報ビットの伝送速度が19.2kspsに統一される。こうして伝送速度が統一された情報ビットは、次にインターリーブされ、次いでPN系列でスクランブルされる。

【0005】スクランブルされた情報ビットには、さらに電力制御ビットが埋め込まれる。CDMA通信方式において、1フレームには384シンボルが含まれる。1フレームは、16の電力制御グループ（以下PCGと言う）に分割される。よって、1のPCGには24のシンボルが含まれる。各PCGの24シンボル中には、基地局が移動局へ送信する電力制御情報として、2シンボルの電力制御ビットがランダムな位置に配置される。このとき、本来この位置にあったシンボルは失われる。電力制御ビットが配置される位置は、電力制御ビット2シンボルの内、先頭のシンボルの位置で定義される。この位置は、前述したPN系列から抜き出した4ビットに基づき、16種類の位置をとり得る。1の電力制御グループは24シンボルから成るため、電力制御ビットは、先頭から17番目のシンボルまでに配置され、18番目から24番目までのシンボルには配置されない。こうして電力制御ビットが埋め込まれた情報ビットは、ウォルシュ系列とパイロットPN系列で拡散される。そしてQPSK変調され、移動局に送信される。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】移動局では、基地局から送信された信号を受信する。この受信信号は、QPSK復調され、そしてウォルシュ系列とパイロットPN系列で逆拡散される。さらに、電力制御ビットが抜きだされる。電力制御ビットが抜き出された位置には、情報がないものとして「0」が埋め込まれる。この結果、19.2kspsの受信シンボル系列が得られる。次いで、この受信シンボル系列を復号し、さらにCRCのチェックを行う。受信信号は畳み込み符号化された信号であり、復号にはたとえばビタビ復号が用いられる。ここで移動局では、当初は受信信号の伝送速度が判別できていない。このため、伝送速度を推定することが必要となる。すなわち、4種類の伝送速度の中で、実際に受信した信号の伝送速度が何れであるか、迅速に推定する必要がある。

【0007】

【課題を解決するための手段】以上の課題を解決するため、この発明の実施形態では、受信機は直列に接続された複数の累算器を有する。この累算器は、受信信号の所定の帯域毎に累算した信号を出力する。これらは、それぞれ電力測定器に与えられる。それぞれの電力測定器から出力された出力結果は、伝送速度判定器に与えられ、ここで実際の伝送速度が判定される。

【0008】この発明の別の形態では、受信機は直列に

接続された複数の累算器を有する。この累算器は、受信信号の所定の帯域毎に累算した信号を出力する。これらは、それぞれ電力測定器に与えられる。受信機はさらに、受信信号のSN比を測定する。測定されたSN比と、それぞれの電力測定器から出力された出力結果は、伝送速度判定器に与えられ、ここで実際の伝送速度が判定される。

【0009】この発明のさらに別の形態では、送信機はあらかじめ定められた複数の中から伝送速度の中から、所定の速度でデジタル信号を送出する。受信機はこのデジタル信号を受信し、複数の伝送速度の中からいくつかの速度を予備的に抽出する。抽出した速度のそれぞれについて復号品質の評価を行い、その結果に基づいて最終的に伝送速度を推定する。

【0010】この発明のさらに別の形態においては、送信機はあらかじめ定められた複数の中から伝送速度の中から、所定の速度でデジタル信号を送出する。受信機はこのデジタル信号を受信し、あらかじめ定められた伝送速度それぞれについてSN比を測定する。そして、この測定結果のそれぞれについて復号品質の評価を行い、その結果に基づいて最終的に伝送速度を推定する。

【0011】

【発明の実施の形態】図1に、この発明のCDMA通信システムを示す。このシステムは、送信機Txと、受信機Rxとから構成されている。このシステムでは、前述したように8.6kbps、4.0kbps、2.0kbps、および0.9kbpsの4種類の伝送速度が用いられる。これにCRCビットやテールビットが付加されて9.6kbps、4.8kbps、2.4kbps、そして1.2kbpsとなることも前述した通りである。こうして生成された送信信号Sが、送信機Txの畳み込み符号化部3に入力される。畳み込み符号化部3は、送信信号Sをレート1/2で畳み込み符号化する。これによって伝送速度がそれぞれ2倍の19.2ksps、9.6ksps、4.8ksps、2.4kspsとなる。畳み込み符号化された送信信号Sは、繰り返し部4に入力される。

【0012】繰り返し部4で、伝送速度が19.2kspsに統一される。すなわち折り返し部4は、入力された情報ビットの伝送速度が8.6kbps(19.2ksps)の場合は繰り返しをしない。しかし、4.0kbps(9.6ksps)の情報ビットの場合は2回、2.0kbps(4.8ksps)の情報ビットの場合は4回、そして0.8kbps(2.4ksps)の情報ビットの場合は8回、同一のシンボルを繰り返して出力する。この出力は、インターリーブされた後にPN系列でスクランブルされる。そして電力制御ビットが埋め込まれる。

【0013】繰り返し部4の出力は、スペクトル拡散部5に与えられる。スペクトル拡散部5は、送信信号をスペクトル拡散して、これをデジタル変調部6に与える。デジタル変調部6は、与えられた送信信号をQPSK (Quadrature phase shift keying) 変調する。こうして変調された信号がアンテナ71から送信される。

【0014】受信機Rx1は、送信機Txから到来した信号をアンテナ72にて受信する。このアンテナ72で受信された受信信号は、デジタル復調器8に入力される。ここで受信信号がQPSK復調される。この受信信号は、スペクトル逆拡散部9に入力される。スペクトル逆拡散部9において、受信信号がスペクトル逆拡散される。次いでPN系列で逆拡散され、デインターリーブされる。こうして受信シンボルが得られる。

【0015】この受信シンボルは積分処理部10に入力され、同時に伝送速度推定装置12にも入力される。この伝送速度推定装置12において、伝送速度が推定され、その伝送速度に基づいて積分処理部10および畳み込み復号部11での処理が行われる。すなわち、スペクトル逆拡散部9から与えられる19.2kspsの受信シンボルは、積分処理部10で、推定された伝送速度に基づいて積分される。

【0016】次いで畳み込み復号部11は、積分処理部

$$S(n) = \sum_{i=1}^2 x \cdot (2n+i-2)$$

【0018】同様に、伝送速度が1/4、1/8の場合には、それぞれ(2)、(3)式で表わされる。

$$S(n) = \sum_{i=1}^4 x \cdot (4n+i-4)$$

【数3】

$$S(n) = \sum_{i=1}^8 x \cdot (8n+i-8)$$

【0019】なお、伝送速度が1の場合には、積分処理部10は何ら処理を行わない。

【0020】次に、伝送速度推定部12の詳細な構成および動作について、図2を用いて説明する。スペクトル逆拡散部9から出力された受信シンボルは、端子15に与えられる。この受信シンボルは、第1の受信電力測定器19に与えられると同時に、第1の累算器16に与えられる。第1の累算器16の出力は、第2の電力測定器20および第2の累算器17に与えられる。第2の累算器17の出力は、第3の電力測定器21および第3の累算器18に与えられる。第3の累算器18の出力は、第4の電力測定器22に与えられる。各々の累算器は、直列に接続されている。このため、これらの累算器は受信サンプル値の帯域を制限して、複数の帯域制限信号を作成する。また各々の電力測定器は、それぞれの累算器の出力信号(帯域制限信号)の平均電力を求める。これら電力測定器の出力は、伝送速度推定器23に与えられる。伝送速度推定器23は、電力測定器で求めた平均電力に基づいて、受信信号に挿入されている符号の伝送速度を推定する。推定された伝送速度が、端子24より積分処理部10および畳み込み復号化部11に出力される。

【0021】端子15には、一定速度(たとえば19.2ks

10が積分したシンボルに基づき、情報ビット系列を復号する。この情報ビット系列の長さは、伝送速度推定部12が推定した伝送速度に基づいている。畳み込み復号部11で行われる復号化には、ビタビ復号化などの方法が用いられる。畳み込み復号部11では、CRCのチェックも行われる。なお、送信機Txでインターリーブが行われている場合には、スペクトル逆拡散部9で逆拡散を行った後にデインターリーブを行う。

【0017】以下、積分処理部10が行う処理について説明する。積分処理部10は、送信機Txで繰り返されたシンボルを積分し、伝送速度推定部12が推定した伝送速度に応じた長さのシンボル系列を畳み込み復号部11に供給する。具体的には、次式のような処理を行う。推定した伝送速度が1/2の場合には、積分処理部10の出力s(n)は次の(1)式で表わされる。

【数1】

$$(n=1 \cdots N/2) \quad (1)$$

【数2】

$$(n=1 \cdots N/4) \quad (2)$$

$$(n=1 \cdots N/8) \quad (3)$$

ps)で受信シンボルが入力される。ここではサンプル周期を1とし、送信符号の伝送速度が1、1/2、1/4、1/8のいずれかであると仮定する。このため、伝送速度が1/2の場合には2回、また伝送速度が1/4の場合には4回、そして伝送速度が1/8の場合には8回、同一の送信符号が繰り返された受信シンボルが入力される。また、ここでは送信符号がフレームを構成し、1フレームの長さはNサンプル周期とする。このフレーム長は時間で定義され、伝送速度に関わらず一定である。この結果、1フレームに含まれる符号の数は伝送速度に依存する。即ち、伝送速度が1の時にはN、伝送速度が1/2の時にはN/2、伝送速度が1/4の時にはN/4、そして伝送速度が1/8の時にはN/8の符号が、1フレームに含まれる。ただしここで、Nは8の整数倍とする。

【0022】端子15へ与えられた受信シンボルは、第1の累算器16に与えられる。この第1の累算器16は、入力されてくる各サンプルを2サンプルずつ足し合わせる。すなわち、入力信号をx(n) (n=1~N)とすると、第1の累算器16の出力a2(i)は、次の各式で表わされる。

【数4】

$$a2(i) = x(2i-1) + x(2i) \quad \dots (4)$$

ここで $[i=1 \sim N/2]$

【0023】第2の累算器17、そして第3の累算器18も、第1の累算器16と同様、入力されるサンプルを2サンプルずつ足し合わせる。すなわち、各々の累算器

の出力は、次の式で表わされる。

【数5】

$$a3(j) = a2(2j-1) + a2(2j) \quad \dots (5)$$

ここで $[j=1 \sim N/4]$

【数6】

$$a4(k) = a3(2k-1) + a3(2k) \quad \dots (6)$$

ここで $[k=1 \sim N/8]$

【0024】この実施形態においては、受信シンボルを1フレーム毎に処理するものである。このため、第1の累算器16ではN個の信号を読み込み、N/2個の信号を出力する。同様に、第2の累算器17はN/2個の信号を読み込み、N/4個の信号を出力する。そして第3の累算器18は、N/4個の信号を読み込み、N/8個の信号を出力する。

えられた受信シンボルと、それぞれの累算器から与えられた出力信号に対して、それぞれ1フレーム周期の平均電力を求める。平均電力は、具体的には次式に基づいて算出する。すなわち、入力サンプル系列を $x(n)$ ($n=1 \sim N$)とすると、それぞれの電力測定器の出力は以下の各式で表わされる。

【数7】

$$P5 = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N x^2(n) \quad \dots (7)$$

【数8】

$$P6 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N/2} a2^2(i) \quad \dots (8)$$

【数9】

$$P7 = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^{N/4} a3^2(j) \quad \dots (9)$$

【数10】

$$P8 = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^{N/8} a4^2(k) \quad \dots (10)$$

【0026】それぞれの電力測定器19、20、21、22で、上記の式に基づいて1フレーム期間の平均電力 $p5$ 、 $p6$ 、 $p7$ 、 $p8$ が測定される。この測定結果は、伝送速度判定器23へ供給される。伝送速度判定器23は、与えられた平均電力 $p5$ 、 $p6$ 、 $p7$ そして $p8$ に基づき、伝送速度を判定する。伝送速度判定器23における推定アルゴリズムは、図3に示されている。また、理想的な状態では各平均電力 $p5$ 、 $p6$ 、 $p7$ 、 $p8$ の間に、図4に示す関係がある。

【0027】以下、伝送速度判定器23における伝送速度の判定アルゴリズムを、図3を用いて詳しく説明する。伝送速度判定器23は、平均電力 $p5$ と $p8$ の比 $p8/p5$ と、あらかじめ定められた閾値 $th1$ 、 $th2$ 、 $th3$ を用いて、伝送速度を判定する。この例では、図2中の電力測定器20と21とは省略することもできる。なお各閾値は、図4に示した関係を考慮し、 $th1=3/4$ 、 $th2=3/8$ 、 $th3=3/16$ として説明する。

【0028】図3のステップS1において、 $p8/p5$ とし

きい値 $th1$ との大小を判断する。 $p8/p5$ がしきい値 $th1$ よりも大きい場合には、伝送速度 $=1/8$ と判定される。 $p8/p5$ がしきい値 $th1$ よりも小さい場合には、ステップS2に進む。ステップS2において、 $p8/p5$ としきい値 $th2$ との大小を判断する。 $p8/p5$ がしきい値 $th2$ よりも大きい場合には、伝送速度 $=1/4$ と判定される。 $p8/p5$ がしきい値 $th2$ よりも小さい場合には、ステップ3に進む。ステップS3において、 $p8/p5$ としきい値 $th3$ との大小を判断する。 $p8/p5$ がしきい値 $th3$ よりも大きい場合には、伝送速度 $=1/2$ と判定される。 $p8/p5$ がしきい値 $th3$ よりも小さい場合には、伝送速度 $=1$ と判定される。

【0029】なお、上記(7)～(10)式では、すべて $1/N$ をかけている。しかし上記の説明のように各電力測定器の出力値の比で判断する場合には、 $1/N$ はたがいに相殺するため、省略しても良い。さらに $x^2(n)$ 、 $a2^2(i)$ 、 $a3^2(j)$ 、 $a4^2(k)$ も絶対値を取って、2乗の計算を省略することもできる。

【0030】伝送速度判定器23では、別のアルゴリズム

ムを用いることもできる。ここでは、測定した電力列と、図4に示す4通りの電力列との距離を用いて伝送速度を推定する方法を説明する。具体的には、4（種類）

の距離は次の各式で表わされる。

【数11】

$$d_1 = \left(P_6 - \frac{P_5}{2}\right)^2 + \left(P_7 - \frac{P_5}{4}\right)^2 + \left(P_8 - \frac{P_5}{8}\right)^2$$

... 00

【数12】

$$d_2 = (P_6 - P_5)^2 + \left(P_7 - \frac{P_5}{2}\right)^2 + \left(P_8 - \frac{P_5}{4}\right)^2$$

... 02

【数13】

$$d_3 = (P_6 - P_5)^2 + (P_7 - P_5)^2 + \left(P_8 - \frac{P_5}{2}\right)^2$$

... 03

【数14】

$$d_4 = (P_6 - P_5)^2 + (P_7 - P_5)^2 + (P_8 - P_5)^2$$

... 04

【0031】伝送路判定器23は、上記の各式によって $d_1 \sim d_4$ を算出し、その中から最も小さい値を選ぶ。理想的な状態では、最も小さい値は0となる。最も小さい値が d_1 であれば、伝送速度は1と判定される。最も小さい値が d_2 であれば、伝送速度は $1/2$ と判定される。最も小さい値が d_3 であれば、伝送速度は $1/4$ と判定される。最も小さい値が d_4 であれば、伝送速度は $1/8$ と判定される。

【0032】このように、各帯域制限手段を通過する信号の電力に基づいて伝送速度を判定している。このためCRCチェック等の方法を用いなくとも伝送速度を推定することができる。なお、以上に説明した図1では、本発明を構成する機能をブロックで表して、それぞれを個別のハードウェアで実現するように表現している。しかしDSPなどを用いて、ソフトウェア機能として実現することも可能である。なお、帯域制限手段は受信信号の帯域を制限するものであればよい。一例として、FIRやIIRなどのデジタルフィルタを用いても良い。

【0033】伝送速度推定器のさらに別の構成を表わすブロック図が図5に示されている。図5に示される伝送速度推定器121の構成中、図2に示す伝送路判定器12と同様の部分には、同様の符号を付して詳しい説明は省略する。この構成では、雑音の電力密度を推定することにより、受信信号に雑音が含まれている場合にも確実に伝送速度を推定するものである。この（目的を達成す

る）ため、減算器32が追加されている。第1の電力測定器19の出力は、この減算器32に入力される。また第2の電力測定器20の出力は、減算器32と伝送速度判定器23とに入力される。そして減算器32の出力は、やはり伝送速度判定器23に入力される。伝送速度判定器23は、個々の電力測定器で求められた平均電力と、減算器32で求められた雑音の電力密度とに基づいて、伝送速度を推定する。

【0034】減算器32では、第1の電力測定器19で測定した平均電力から、第2の電力測定器20で測定した平均電力が減算される。この減算値 p_{11} は、伝送速度が1未満であると仮定したときの、雑音の電力密度を意味している。この値 p_{11} が、第2、第3、第4の電力測定器の出力値と共に伝送速度判定器23に供給される。伝送速度判定器23では、それぞれの平均電力 p_6 、 p_7 、 p_8 、そして減算値 p_{11} に基づいて伝送速度が推定される。この推定動作を、図6を用いて説明する。

【0035】図6に示されるアルゴリズムでは、雑音の電力密度 p_{11} 、平均電力 p_6 と p_8 の比 p_8/p_6 、そしてあらかじめ定められた閾値 th_4 、 th_5 、 th_6 を用いて伝送速度を判定する。この例では、図5中の電力測定器21は省略することもできる。なお各閾値は、図4に示した関係を考慮し、たとえば $th_4 = p_5/4$ 、 $th_5 = 3/4$ 、 $th_6 = 3/8$ として説明する。

【0036】図6のステップS11において、 p_6 より p_{11}

1の結果としきい値th4との大小を判断する。p6-p11の結果がしきい値th4よりも小さい場合には、伝送速度は1と判断される。p6-p11の結果がしきい値th4よりも大きい場合には、ステップS12に進む。ステップS12において、p8/p6としきい値th5との大小を判断する。p8/p6がしきい値th5よりも大きい場合には、伝送速度=1/8と判定される。p8/p6がしきい値th5よりも小さい場合には、ステップS13に進む。ステップS13において、p8/p6としきい値th6との大小を判断する。p8/p6がしきい値th6よりも大きい場合には、伝送速度=1/4と判定される。p8/p6がしきい値th6よりも小さい場合には、伝送速度=1/2と判定される。このように、白色雑音加わった状態でも伝送速度を正しく推定することができる。

【0037】次に、伝送路推定器のさらに別の構成を説明する。伝送速度推定器122の構成を表わすブロック図が図7に示されている。図2に示す伝送路推定器12と同様の部分には、同様の符号を付して詳しい説明は省略する。この構成は、受信信号が白色とならない場合でも伝送速度の推定を良好に行うものである。この（目的を達成する）ため、信号選択器71が追加されている。端子15に入力された受信シンボルは、まず信号選択器71に入力される。信号選択器71は、受信信号のサンプルの中から、有効な信号を第1の累算器24、電力測定器19に供給する。送信選択回路で、受信信号から電力制御ビットを取り除くためには、信号選択器71はフリップフロップやスイッチング素子を有するのが好ましい。フリップフロップを用いる場合には、入力信号のうち電力制御ビットが位置するところでクロックを入力しない。これにより電力制御ビットを取り除く。またスイッチング素子を用いる場合には、入力信号のうち電力制御ビットが位置するところでスイッチをOFFする。これにより電力制御ビットを取り除く。実際には、電力制御ビットの位置を特定することは難しい。よって、電力制御ビットが入り得る全ての位置を取り除くと処理が簡単になる。

【0038】図8に、CDMAシステムにおける受信信号の1フレームを示す。前述したように、1フレームは384のシンボルを含む。図8に示す1フレーム中、網掛け部分は電力制御ビットが入り得る部分である。一方、図8の白抜き部分は、電力制御ビットが入り得ない部分である。具体的には信号選択器71は、白抜き部分のシンボルのみを第1の累算器24と電力測定器19とに供給する。この場合、信号選択器71から出力されたシンボルに周期性は無く、そのスペクトルは白色とみなすことができる。伝送速度判定器23で、それぞれの平均電力p5、p6、p7、およびp8に基づいて伝送速度が推定される。この推定動作を、図9を用いて説明する。

【0039】図9に示されるアルゴリズムでは、平均電力p5、p6、p7、およびp8、そしてあらかじめ定められた

閾値th7、th8、th9を用いて伝送速度を判定する。それぞれの閾値th7、th8、th9は、次のように設定されている。

【0040】伝送速度が1である場合、受信信号のスペクトルは図10に示される(A)のような波形となっている。すなわち、雑音の帯域と信号の帯域とが等しい。この場合、第1の電力測定器19の出力p5と第2の電力測定器20の出力p6とを比較してみると、p6はp5のほぼ1/2である。すなわち(2p6 - p5)は、ほぼ0とみなすことができる。一方、伝送速度が1/2である場合、信号の帯域は雑音の帯域の半分である。すなわち、受信信号のスペクトルは図10に示される(B)のような波形となっている。この場合、(2p6 - p5)は、伝送速度が1/2である場合の信号電力とみなすことができる。したがって理想的には、(2p6 - p5)が0であれば伝送速度は1、(2p6 - p5)が0でなければ伝送速度は1/2と判定できる。しかしながら実際には、伝送路ノイズなどの影響で伝送速度が1であっても(2p6 - p5)は0にはならない。よって、実験や計算機シミュレーションなどにより、伝送速度1と伝送速度1/2とを峻別できる閾値th7を決定する。同様に、閾値th8は(2p7 - p6)を考慮して設定し、閾値th9は(2p8 - p7)を考慮して設定する。これらの閾値をもとにして、伝送速度を判定する。

【0041】図9のステップS21において、(2p6 - p5)の結果としきい値th7との大小を判断する。(2p6 - p5)の結果がしきい値th7以下の場合には、伝送速度は1と判断される。(2p6 - p5)の結果がしきい値th7よりも大きい場合には、ステップS22に進む。ステップS22において、(2p7 - p6)の結果と閾値th8との大小を判断する。(2p7 - p6)がしきい値th8よりも小さい場合には、伝送速度は1/2と判定される。(2p7 - p6)がしきい値th8よりも大きい場合には、ステップS23に進む。ステップS23において、(2p8 - p7)の結果としきい値th9との大小を判断する。(2p8 - p7)がしきい値th9よりも小さい場合には、伝送速度は1/4と判定される。(2p8 - p7)がしきい値th9よりも大きい場合には、伝送速度は1/8と判定される。

【0042】以上のように、信号選択器で有効な受信信号サンプルのみを選択して、伝送速度を推定する。信号選択器から出力される受信信号サンプルには周期性が存在しないため、受信信号のスペクトルは白色とみなすことができる。このため伝送速度の推定能力を高めることができる。また、有効な受信信号のみを選択するため、演算量が大幅に減少することになる。なお、信号選択器71で電力制御ビットを除去するとして説明したが、他の信号を除去しても良い。

【0043】以下、この発明の別の実施形態について説明する。この形態におけるシステムは、送信機Txと受信機Rxとから構成されている。送信機Txの構成は

図1に示したと同様であるので、説明は省略する。また受信機R×2についても、図1に示す受信機R×1と同様の部分には同様の符号を付して、詳しい説明は省略する。以下、受信機R×2の構成を図11を用いて説明する。

【0044】アンテナ72で受信された受信信号は、デジタル復調器8に入力される。デジタル復調器8の出力は、スペクトル逆拡散部9に入力される。スペクトル逆拡散部9の出力は、19.2kspsの受信シンボルである。この受信シンボルは、いったんメモリ40に記憶される。メモリ40から読み出された受信シンボルは、積分処理部10に入力されると共に、後述するS/N推定部41にも入力される。このS/N推定部41では、後述するアルゴリズムによってS/N比が推定される。そして推定されたS/N比は、伝送速度推定部42へ入力される。伝送速度推定部42では、伝送速度が推定される。そして推定された伝送速度に基づいて積分処理部10および畳み込み復号部11での処理が行われる。

【0045】積分処理部10に入力された受信シンボルは、伝送速度推定部42から与えられた（推定された）伝送速度に基づいて積分される。そして畳み込み復号部11に与えられる。畳み込み復号部11では、ビタビ復号等の方法によって畳み込み符号が復号され、さらにCRCチェックが行われる。なお、送信機Txでインタリーブが行われた場合には、スペクトル逆拡散部9で逆拡散された後にデインタリーブが行われる。

【0046】以下、S/N推定部41で行われる処理について説明する。S/N推定部41はまず、19.2kHz、9.6kHz、4.8kHzおよび2.4kHzの4種類の帯域に含まれる電力P21、P22、P24、P28をそれぞれ計算する。具体的には、次式のように行う。すなわち、S/N推定部41へ入力される信号をx(n) (n=1~N)とすると、この信号は19.2kHzの帯域を有する。このため19.2kHzの帯域に含まれる電力P21は、(15)式のようになる。

【数15】

$$P_{21} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x^2(i) \quad \dots 09$$

【0047】x(n)を2サンプルずつ積分すると、この帯域は半分となる。したがって9.6kHzの帯域に含まれる電力P22は、(16)式で表わされる。

【数16】

$$P_{22} = \frac{2}{N} \sum_{i=1}^{N/2} \left\{ \frac{1}{2} \sum_{j=1}^2 x(2i+j-2) \right\}^2 \quad \dots 09$$

【0048】同様にして、4.8kHzの帯域に含まれる電力P24、また2.4kHzの帯域に含まれる電力P28は、それぞれ(17)式また(18)式で表わされる。

【数17】

$$P_{24} = \frac{4}{N} \sum_{i=1}^{N/4} \left\{ \frac{1}{4} \sum_{j=1}^4 x(4i+j-4) \right\}^2 \quad \dots 07$$

【数18】

$$P_{28} = \frac{8}{N} \sum_{i=1}^{N/8} \left\{ \frac{1}{8} \sum_{j=1}^8 x(8i+j-8) \right\}^2 \quad \dots 08$$

【0049】S/N推定部41は次に、P21、P22、P24、P28に基づき、それぞれの伝送速度に対するS/N比を計算する。伝送速度が1/2、1/4または1/8と仮定したときのS/N比をそれぞれSNR2、SNR4およびSNR8とすると、以下の各式で表わされる。

【数19】

$$SNR_2 = \frac{2P_{22} - P_{21}}{P_{21} - P_{22}} \quad \dots 09$$

【数20】

$$SNR_4 = \frac{4P_{24} - P_{21}}{P_{21} - P_{24}} \quad \dots 09$$

【数21】

$$SNR_8 = \frac{8P_{28} - P_{21}}{P_{21} - P_{28}} \quad \dots 09$$

【0050】S/N推定部41は、推定したS/N比SNR2、SNR4およびSNR8を伝送速度推定部42へ供給する。

【0051】伝送速度推定部42は、図12に示すアルゴリズムにしたがって伝送速度を推定する。ここで、SNRminおよびSNRmaxは、SNR2、SNR4、SNR8のうちのそれぞれ最小値および最大値である。またth10はあらかじめ定めた閾値である。このth10は、実験や計算機シミュレーションにより、伝送速度を正しく推定する確率を最も高くする値を求めて、その値に設定する。図11のステップS31において、S/N比の最小値が閾値th10よりも小さいか否かを判断する。S/N比の最小値が閾値th10よりも小さい場合には、伝送速度を1と判定する。S/N比の最小値が閾値th10よりも大きい場合には、ステップS32へ進む。ステップS32において、S/N比の最大値がSNR2と等しければ伝送速度を1/2と判定する。同様に、ステップS33において、S/N比の最大値がSNR4と等しければ伝送速度を1/4と判定する。またステップS34において、S/N比の最大値がSNR8と等しければ伝送速度を1/8と判定する。このように、畳み込み復号を行う前に伝送速度を推定する。この推定した伝送速度の情報ビット系列のみを復号する。この結果、畳み込み復号に要する処理量を削減することができる。

【0052】この発明の受信機のさらに別の形態を、図13に示す。この受信機R×3では、畳み込み復号前に複数の伝送速度の候補に絞込み、復号後に復号品質に基づき最終的に伝送速度を特定するようにする。すなわ

ち図13においては、S/N比推定部41の後段に伝送速度予備推定部43が接続されている。伝送速度予備推定部43は、S/N比推定部41が推定したS/N比に基づき、送信されうる伝送速度の中から複数の候補を選び出す。

【0053】図14に、伝送速度予備推定部43での処理アルゴリズムを示す。説明を簡単にするため、伝送速度予備推定部43は2つの伝送速度の候補を推定するものとする。また、この候補の組み合わせは以下の3種類とする。

- (a) SUB2: 伝送速度1または1/2
- (b) SUB4: 伝送速度1または1/4
- (c) SUB8: 伝送速度1または1/8

【0054】図14のステップS41において、S/N比の最大値がSNR2と等しければ伝送速度を1または1/2(SUB2)と判定する。同様にステップS42において、S/N比の最大値がSNR4と等しければ伝送速度を1または1/4(SUB4)と判定する。ステップS43において、S/N比の最大値がSNR8と等しければ伝送速度を1または1/8(SUB8)と判定する。このように伝送速度予備推定部43は、最終的な伝送速度を判定するものではなく、2種類の候補に絞り込むものである。

【0055】伝送速度予備推定部43の選り出した候補の伝送速度(この場合は2)が、積分処理部10、畳み込み復号部11、復号品質判定部44、および伝送速度判定部42へ供給される。この推定された複数の伝送速度のそれぞれに基づいて、積分処理部10および畳み込み復号部11での処理が行われる。したがって、畳み込み復号化部11は複数の出力を復号品質判定部44およびメモリ45に供給する。メモリ45は、これら複数の出力を記憶する。例えば、伝送速度予備推定部43がSUB2を選り出した場合には、伝送速度が1と仮定して復号された情報ビットと、伝送速度が1/2と仮定して復号された情報ビットとが、メモリ45に記憶される。

【0056】復号品質判定部44では、畳み込み復号後の情報ビットに基づき、畳み込み復号の品質が判定される。復号の品質の判定のためには、たとえばCRCチェックが行われる。CDMAシステムでは、伝送速度1および1/2の情報ビットに対してはCRCビットが付加されている。しかし伝送速度が1/4および1/8の情報ビットに対してはCRCビットは付加されていない。この場合、ビタビ復号時の最終メトリックに基づいて復号品質を判定し、誤り検出結果の代用としても良い。また、情報ビットを再び畳み込み符号化し、これを復号前のシンボルと比較することにより復号品質を判定しても良い。あるいは、これらの方法を組み合わせても良い。ようするに、復号された情報ビットの品質を判定するものであれば良い。復号品質判定部44には、前述したように複数の伝送速度が入力されている。従って復号品質判定部44は、これらのそれぞれについて復号品質を判

定する。

【0057】復号品質判定部44の(複数の)判定結果は伝送速度推定部42へ出力される。伝送速度推定部42では、伝送速度予備推定部43において推定された伝送速度の候補と、復号品質判定部44において判定された畳み込み復号の品質に基づき、伝送速度を推定する。ここでは、伝送速度1に対応する復号品質をQ1、伝送速度1/2に対応する復号品質をQ2、伝送速度1/4に対応する復号品質をQ4、そして伝送速度1/2に対応する復号品質をQ8とする。またそれぞれの復号品質が"GOOD"または"BAD"と判定されうるものとする。

【0058】伝送速度推定部42は、図15に示すアルゴリズムに基づいて伝送速度の推定を行う。図15のステップS51において、復号品質Q1が"GOOD"と判定された場合、伝送速度は1であると判定される。ステップS52において、伝送速度予備推定部43がSUB2を選り出し、かつ復号品質Q2が"GOOD"と判定された場合、伝送速度は1/2であると判定される。同様に1/4ないし1/8の伝送速度が判定される。いずれの場合も復号品質が"GOOD"と判定されなかった場合、そのフレームは消失したものと判断される。

【0059】そして、伝送速度推定部42が判定した最終的な伝送速度に対応した情報ビットが、メモリ45より出力される。このように、畳み込み復号を行う前に伝送速度を予備推定し、復号後に判定した復号品質も加味して伝送速度を推定する。このため図11に示した受信機より、さらに伝送速度の推定精度が向上する。また、予備推定した伝送速度の候補のみを畳み込み復号するため、畳み込み復号に要する処理量を減少させることもできる。

【0060】この発明の受信機のさらに別の形態を、図16に示す。この受信機R×4では、畳み込み復号前には伝送速度の推定を行わず、復号後に復号品質とS/N比とに基づき伝送速度を推定するようにするものである。

【0061】この受信機R×4では、メモリ40の出力はS/N比推定部41と積分処理部10とに与えられる。積分処理部10の出力は、畳み込み復号部11に与えられる。畳み込み復号部11の出力、およびS/N比推定部41の出力が、伝送速度推定部42に与えられる。

【0062】積分処理部10および畳み込み復号部11は、予想される伝送速度全てに対する処理を行う。そして復号した情報ビットを復号品質判定部42へ出力すると共に、メモリ45へ記憶させる。すなわちメモリ45には、伝送速度1、1/2、1/4、そして1/8と仮定した全ての場合の情報ビットが記憶される。ここでは、伝送速度1と仮定して復号した復号品質をQ1、伝送速度1/2と仮定して復号した復号品質をQ2、同様に伝送速度1/4とした伝送品質をQ3、伝送速度1/4とし

た伝送品質をQ4と定義する。

【0063】復号品質判定部42は、復号された情報ビットそれぞれに関して復号品質Q1ないしQ4を判定する。そして判定結果を伝送速度推定部42へ出力する。伝送速度推定部42は、S/N比推定部41が推定した信号対雑音比と、復号品質判定部44が判定した復号品質判定結果に基づき、伝送速度を推定する。次いで、この推定された伝送速度に応じた情報ビットがメモリ45より出力される。

【0064】図17に、伝送速度推定部42の行う処理を示す。ステップS61において、復号品質Q1が“GOOD”と判定された場合、伝送速度は1であると判定される。ステップS62において、復号品質Q2が“GOOD”であるか否かを判断する。復号品質Q2が“GOOD”である場合はステップS63に進み、復号品質Q2が“GOOD”でない場合はステップS64に進む。ステップS63において、SNRmaxがSNR2と等しいと判断された場合、伝送速度は1/2であると判定される。SNRmaxがSNR2と異なる場合は、ステップS64に進む。

【0065】ステップS64において、復号品質Q4が“GOOD”であるか否かを判断する。復号品質Q4が“GOOD”である場合はステップS65に進み、復号品質Q4が“GOOD”でない場合はステップS66に進む。ステップS65において、SNRmaxがSNR4と等しいと判断された場合、伝送速度は1/4であると判定される。SNRmaxがSNR4と異なる場合は、ステップS66に進む。

【0066】ステップS66において、復号品質Q8が“GOOD”であるか否かを判断する。復号品質Q8が“GOOD”である場合はステップS67に進む。ステップS67において、SNRmaxがSNR8と等しいと判断された場合、伝送速度は1/8であると判定される。ステップS66において復号品質Q8が“GOOD”でない場合、またステップS67においてSNRmaxがSNR8と異なる場合、そのフレームは消失したものと判断される。

【0067】

【発明の効果】このように、受信シンボルのS/N比と、畳み込み復号の復号品質との両方に基づき伝送速度を推定する。このため、復号品質のみに基づき伝送速度を推定した場合に比べ、伝送速度推定の信頼性が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明のCDMA通信システムを示すブロック図である。

【図2】伝送速度推定部の構成を示すブロック図である。

【図3】伝送速度判定器における伝送速度の判定アルゴリズムを説明するフローチャートである。

【図4】伝送速度と電力列との関係を示す図である。

【図5】伝送速度推定器の別の構成を表わすブロック図である。

【図6】伝送速度判定器における、伝送速度の別の判定アルゴリズムを説明するフローチャートである。

【図7】伝送速度推定器のさらに別の構成を表わすブロック図である。

【図8】CDMAシステムにおける受信信号の1フレームを示す図である。

【図9】伝送速度判定器における、さらに別の伝送速度の判定アルゴリズムを説明するフローチャートである。

【図10】受信信号のスペクトルを説明する図である。

【図11】受信器の別の実施形態を示す図である。

【図12】受信機Rx2における伝送速度の判定アルゴリズムを説明するフローチャートである。

【図13】受信機のさらに別の実施形態を示す図である。

【図14】受信機Rx3における伝送速度予備推定の判定アルゴリズムを説明するフローチャートである。

【図15】受信機Rx3における伝送速度の判定アルゴリズムを説明するフローチャートである。

【図16】受信機のさらに別の実施形態を示す図である。

【図17】受信機Rx4における伝送速度の判定アルゴリズムを説明するフローチャートである。

【符号の説明】

12、121、122、42・・・伝送速度推定部

16、17、18・・・累算器

19、20、21、22・・・電力測定器

23、123、124・・・伝送速度判定器

41・・・S/N比推定部

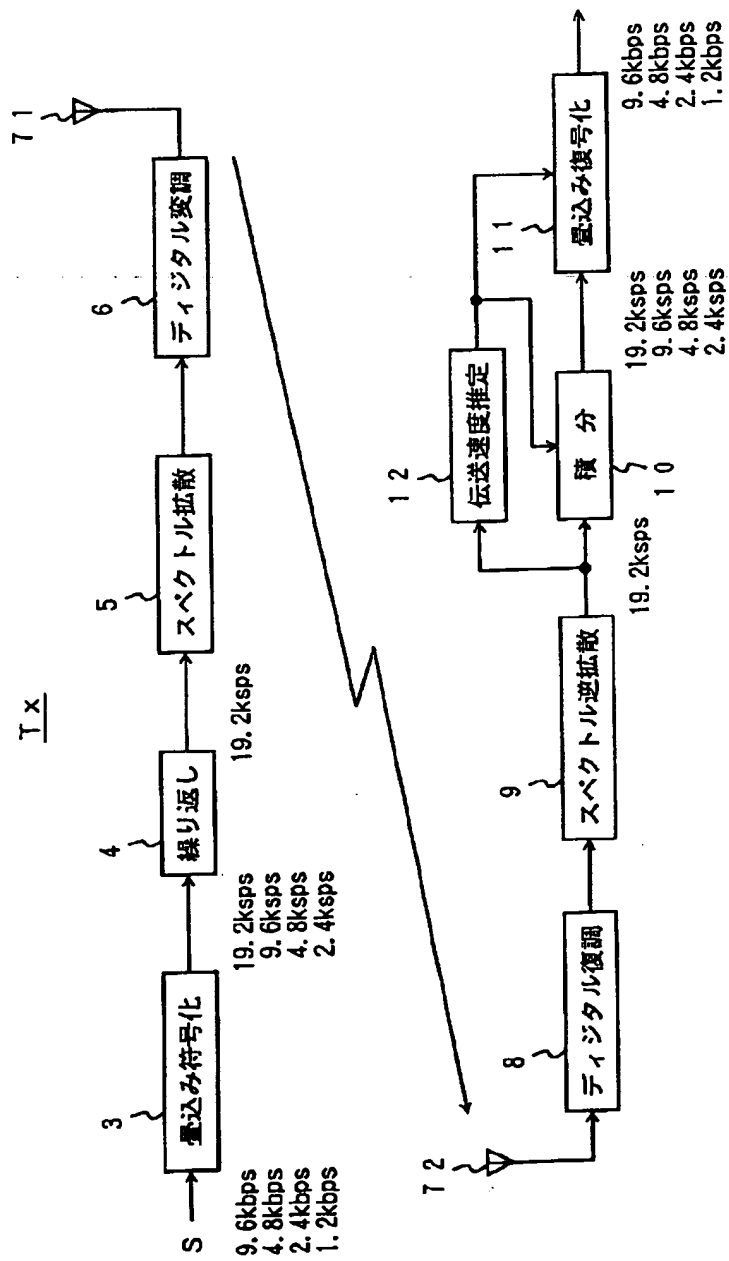
43・・・伝送速度予備推定部

44・・・復号品質判定部

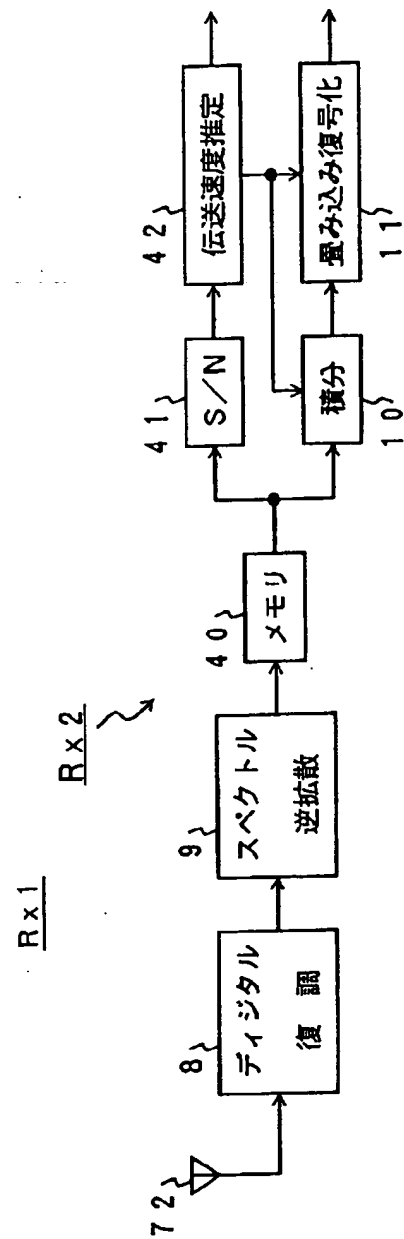
【図4】

伝送速度	1	1/2	1/4	1/8
p6	(1/2)p5	p5	p5	p5
p7	(1/4)p5	(1/2)p5	p5	p5
p8	(1/8)p5	(1/4)p5	(1/2)p5	p5

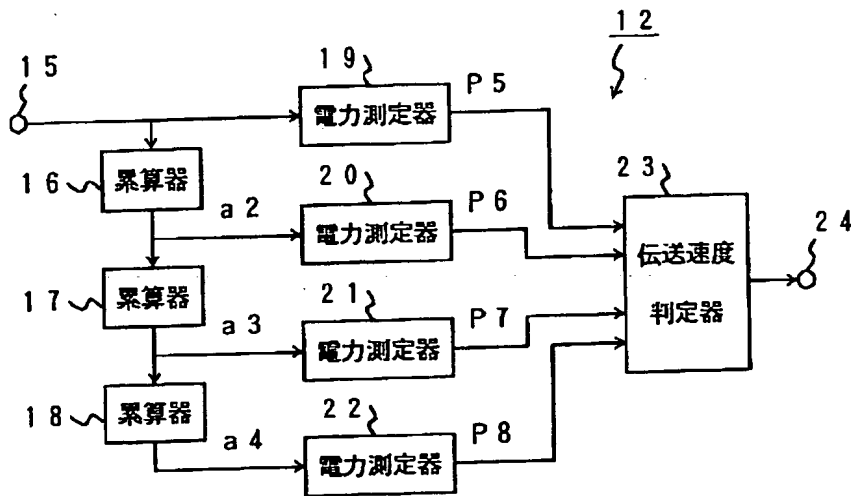
【図1】



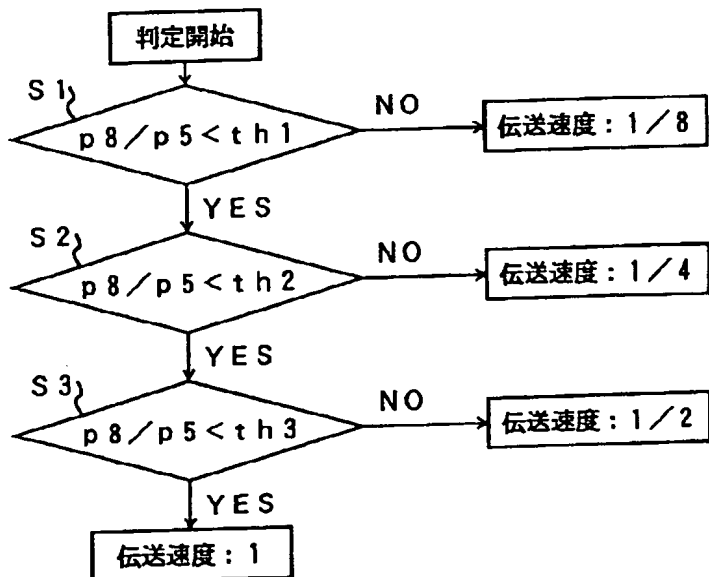
【図11】



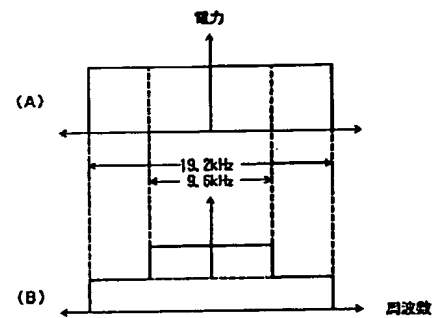
【図2】



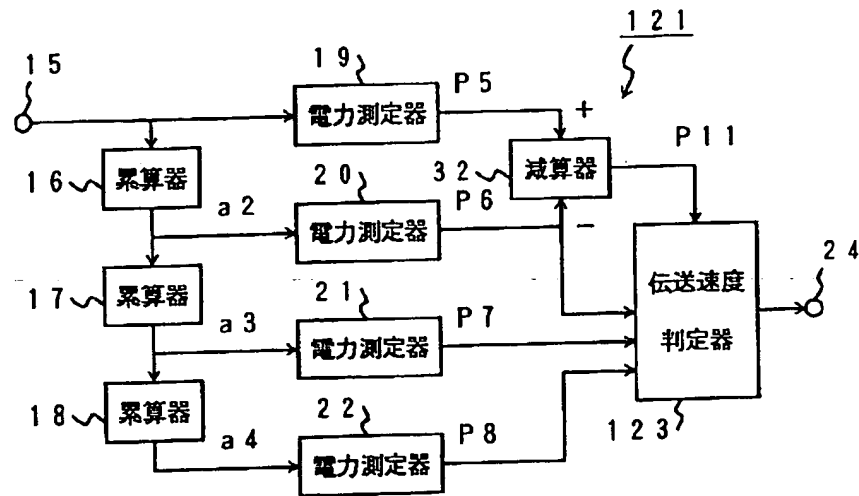
【図3】



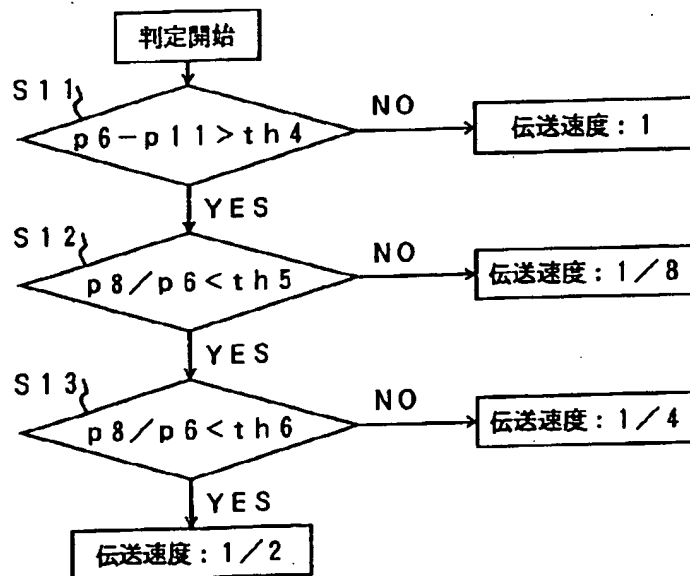
【図10】



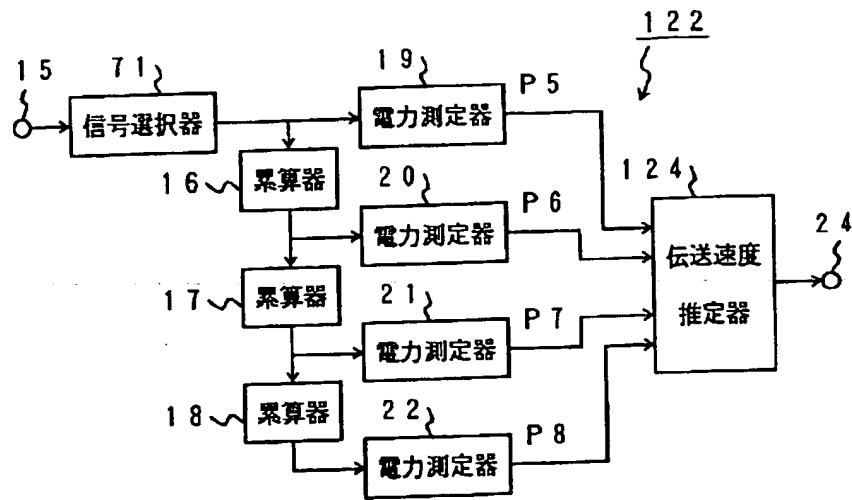
【図5】



【図6】



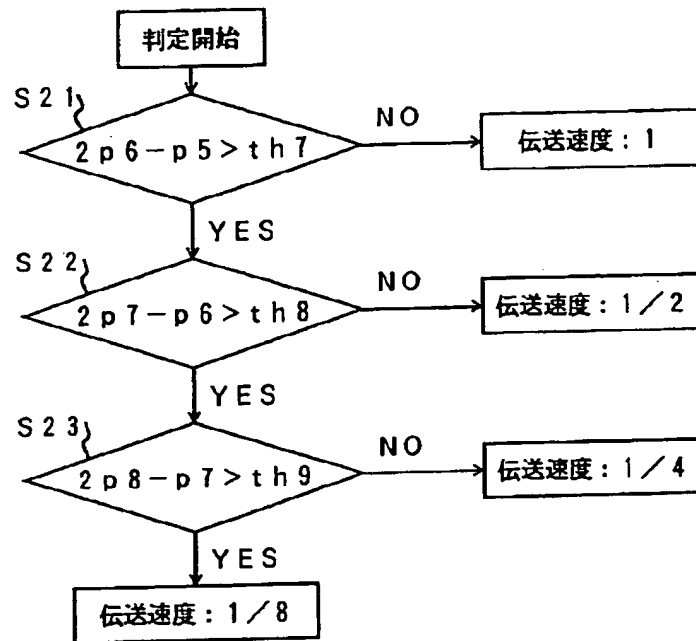
【図7】



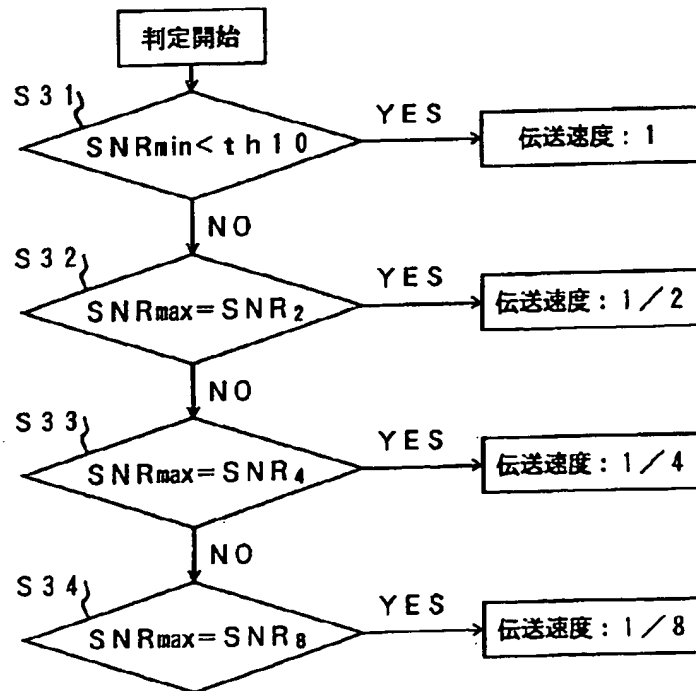
【図8】

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112
113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128
129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176
177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192
193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208
209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224
225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240
241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256
257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272
273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288
289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304
305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320
321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336
337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352
353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368
369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384

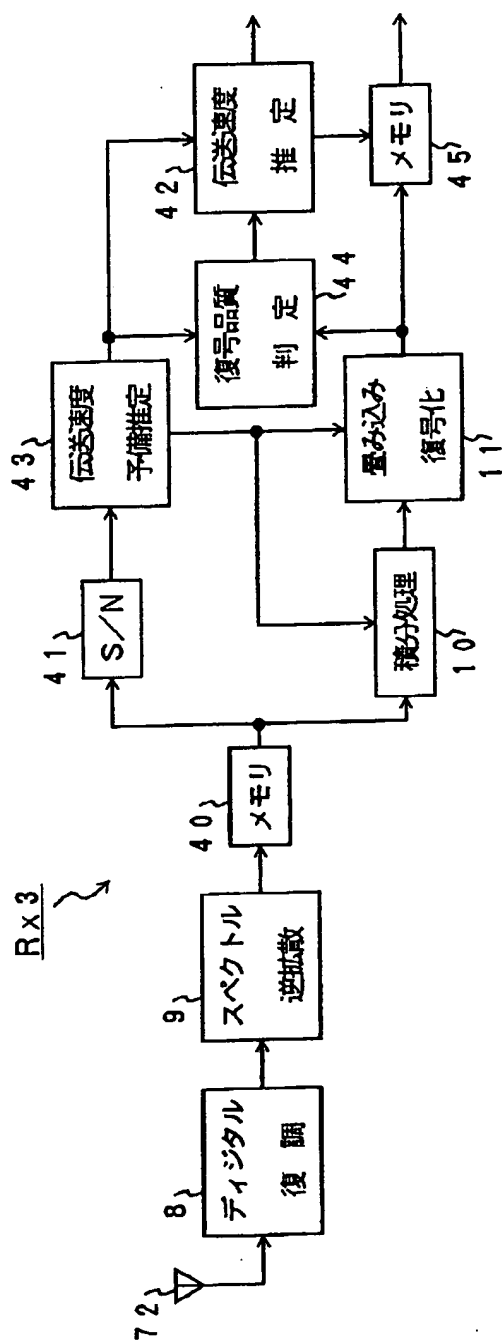
【図9】



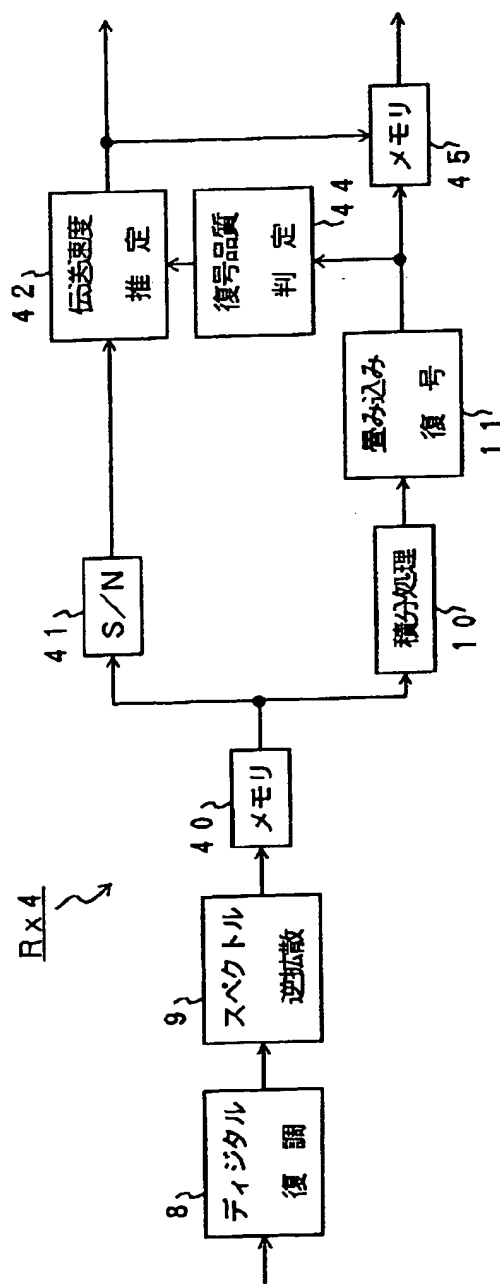
【図12】



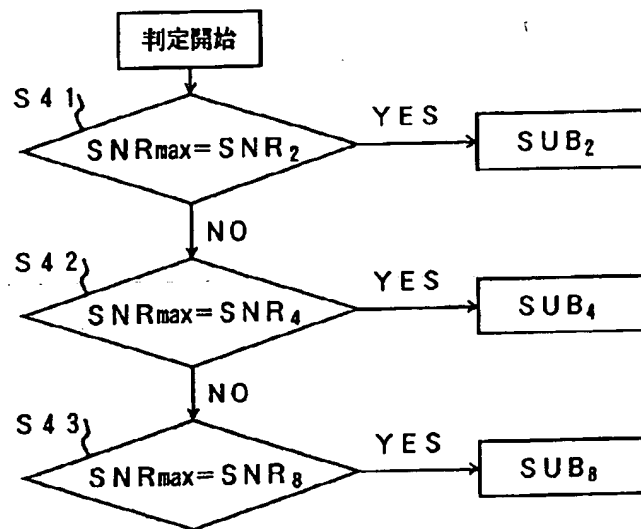
【図13】



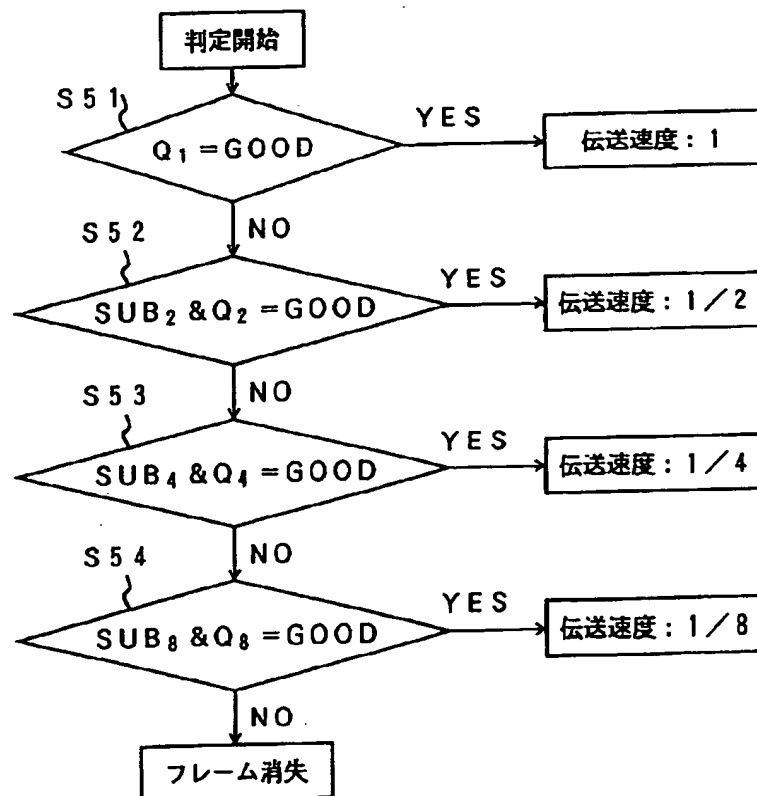
【図16】



【図14】



【図15】



【図17】

